

Construção de conceitos sistêmicos através de jogos em busca da flexibilidade cognitiva

Construction of systemic concept through games looking forward cognitive flexibility

Verônica Freitas da Silva ^{1,2} (freitas.veronica@gmail.com)
Risonilta Germano Bezerra de Sá ^{1,2} (risogermano@gmail.com)
Zélia Maria Soares Jófili¹ (jofili@gmail.com)
Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão¹ (amanjos2001@gmail.com)

¹*Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) -
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)*
²*Secretaria de Educação do Recife (SEEL)*

RESUMO

A aprendizagem é considerada efetiva quando os envolvidos no processo são capazes de aplicar os conceitos aprendidos em diferentes contextos através da flexibilidade cognitiva. Sendo a Genética um campo no qual se requer imensa abstração, o jogo, elemento histórico no processo de aprendizagem, surge como instrumento mediador da formação de conceitos, ferramenta ímpar na articulação de saberes necessários à consolidação do conceito de expressão gênica. O presente artigo apresenta a discussão de uma pesquisa-ação envolvendo professores de Biologia em formação *stricto sensu*. Observou-se, em conclusão que: (a) as interações promoveram movimento, pensamento, reflexão, estabelecimento de relações e flexibilidade cognitiva; (b) a posição do par mais apto foi evidenciada de maneira natural; e (c) os demais membros se colocaram assumindo papel essencial ao debate (interação) capaz de mediar transformações como papel facilitador para a flexibilidade cognitiva necessária ao avanço do grupo e, conseqüentemente, finalização do jogo.

Palavras-chave: Visão sistêmica, Flexibilidade cognitiva, Jogos didáticos, Formação de conceitos, Mediação.

Abstract

Learning is considered effective when involved in the process are able to apply the concepts learned in different contexts through the cognitive flexibility. Genetics is a field in which one requires abstraction. Games as an historical element in the learning process emerge as a tool mediating the articulation of knowledge and construction of the systemic concept of gene expression. This article presents a discussion of action research involving biology teachers in *stricto sensu* training. One can conclude that: (a) interactions improved thinking, reflexion, development of cognitive flexibility relationships; (b) the position of the more apt pair was evidenced in a natural way; and (c) the others members assumed an essential role during debates by mediation.

Key words: Systemic view, Cognitive flexibility, Game, Concept formation, Mediation.

Introdução

Ao longo da história do processo de ensino-aprendizagem os jogos vêm apresentando cada vez mais destaque a partir de pesquisas apresentadas por diversos autores. Entre os destaques podemos apontar que o jogo não deve ser considerado como um brinquedo, mas sim como um instrumento riquíssimo em signos capazes de estimular a interação e a mediação da formação de conceitos, mas para o jogo atingir o objetivo, o professor precisa pautar seu planejamento em propostas capazes de movimentar internamente os alunos para que a apropriação dos conceitos seja eficaz.

O jogo é interativo por natureza, mas para que essa interação seja construtiva, o jogo deve ser um instrumento mediador. A mediação fundamenta-se na visão sócio-interacionista de Vygotsky (*apud* LEONTIEV *et al.* 2009; VYGOTSKY, 2007) que percebe o homem como sujeito interativo na construção do conhecimento, porém este só terá acesso ao conhecimento através da mediação. Tal mediação poderá acontecer através de recortes da realidade, operada pelos sistemas simbólicos dos quais o indivíduo dispõe. Neste contexto, o autor considera a construção do conhecimento como um processo mediado e para tal é necessário a interação do indivíduo com o meio (compreendendo a cultura, a sociedade, as interações e as práticas) e com outros. Assim, a mediação é tida como essencial no desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

Para Vygotsky, o homem não é um produto de seu contexto social, mas sim um agente atuante na construção desse contexto e com ele desenvolve-se. Este desenvolvimento (convivência social, socialização e maturações orgânicas) se efetiva através de instrumentos mediadores (onde estes possuem a função de facilitar a realização das atividades humanas). Tais instrumentos são produzidos para realização de tarefas específicas, logo, podem ser conservados para futuras reutilizações bem como para preservar e transmitir a sua função a outros indivíduos. Este pode ainda aperfeiçoar antigos instrumentos ou ainda criar novos signos. No contexto desta pesquisa o jogo se apresenta como instrumento mediador, capaz de interagir com o aparato biológico dos sujeitos provocando, desta maneira, mecanismos de aprendizagem, instigando as interações com vistas a consolidação do conceito de expressão gênica.

A presente pesquisa nos possibilitou duas discussões distintas, mas interligadas: o jogo como instrumento mediador da formação de conceitos na perspectiva sistêmica em busca da flexibilidade cognitiva e as interações sociais entre os sujeitos envolvidos durante o jogo mediando a consolidação destes conceitos.

Metodologia

Considerando-se a natureza do problema e sua abordagem, optou-se pelo desenvolvimento de uma pesquisa de cunho qualitativo com elementos da pesquisa-ação. Neste contexto, tal proposta favorece maior interação com o problema proposto uma vez que valoriza o sujeito informante inserido no processo, além de uma análise centrada, não admitindo visões isoladas. A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo onde os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. A sequência de atividades proposta para a pesquisa pode ser observada na fig. 1.

Houve a organização prévia do conteúdo a ser trabalhado através de um mapa conceitual, uma vez que os diagramas hierárquicos procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimentos. Eles explicitam relações de subordinação e superordenação, sendo utilizados para integrar e reconciliar relações entre conceitos e promover a diferenciação conceitual. A

construção do mapa possibilitou-nos sequencializar cinco eventos-chave para que a expressão gênica fosse compreendida.

Para a construção da proposta numa perspectiva sistêmica baseamo-nos em possibilidades de desenvolvimento da TFC (1988) e da mediação de Vygotsky (2007), sendo necessário um nível elevado de abstração dos sujeitos envolvidos e um domínio considerável dos conteúdos específicos. O objetivo principal do jogo proposto foi levar os participantes a estabelecerem o maior número de associações possíveis utilizando não apenas as pedras em seu poder, mas também aquelas já disponíveis no tabuleiro pelas jogadas anteriores.

Participaram da amostragem 9 (nove) bacharéis ou licenciados em Ciências Biológicas, egressos ou alunos regulares de cursos de cursos de pós-graduação *stricto sensu*. O perfil dos participantes pode ser visualizado no Quadro 1. A diversificação no tempo de formação, de magistério e a área de pesquisa dos sujeitos foram relevantes e, portanto, levados em consideração.

A formação dos grupos foi previamente definida e para isso consideramos, primordialmente, as linhas de pesquisa dos sujeitos envolvidos, se voltadas ou não para a visão sistêmica. Um segundo aspecto levado em consideração para a organização dos grupos foi a experiência do sujeito com o ensino Fundamental e/ou Médio e a definição de qual nível o sujeito se encontrava inserido no momento da pesquisa. Foi também considerado seu tempo de magistério e as disciplinas lecionadas nas quais os sujeitos apresentavam experiência. Assim, ao definirmos os grupos, tomamos o cuidado de heterogeneizar ao máximo os mesmos a fim de que as discussões intra-grupais fossem diversificadas, atendendo ao proposto por Vygotsky (2007).

Disponer os sujeitos em grupos a partir de características de perfil favoreceu a diversificação no nível de conhecimento específico dos participantes dos grupos, uma vez que, dentro da sua área de formação, os sujeitos buscam aprofundar ou não seus conhecimentos para assim trabalhar conteúdos específicos com seus alunos. Levantando-se a hipótese de que os conteúdos abordados nas duas modalidades de ensino em questão (EF ou EM) são distintos, na maior parte em natureza e aprofundamento achamos que, conseqüentemente, os sujeitos apresentariam também níveis distintos de conhecimento dentro da sua área específica.

Resultados e Discussão

O conteúdo Expressão Gênica é complexo por natureza, seja no aspecto formal do termo quanto no paradigma que o norteia. Para ser compreendido, tal conteúdo necessita que outros conceitos sejam mobilizados como suporte, estabelecendo uma relação estreita entre as partes para que o todo seja compreendido. Sendo assim, o jogo surge no contexto como instrumento mediador das interações entre os sujeitos, mediando a elaboração de conceitos numa perspectiva sistêmica, ou seja, servindo de suporte para a interação entre as partes e o todo, entre o objetivo e o subjetivo. Este equilíbrio constitui a essência da complexidade, que segundo Mariotti (2007):

A complexidade não é um conceito teórico. É um fato. Corresponde à multiplicidade, ao entrelaçamento e à contínua interação da infinidade de sistemas e de fenômenos que compõem o mundo natural e as sociedades humanas. Os sistemas complexos estão dentro de nós e a recíproca é verdadeira. É preciso, pois, que procuremos entendê-los, porque por mais que tentemos não conseguiremos reduzir a complexidade a explicações simplistas, a regras rígidas, a fórmulas simplificadoras ou a esquemas fechados. Ela só pode ser entendida e trabalhada por um sistema de pensamento aberto, abrangente e flexível — o pensamento complexo (MARIOTTI, 2007; p. 727).

Para tal, como já discutido nesta pesquisa, a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) proposta por Spiro (1988) mescla-se aos fundamentos que norteiam a teoria dos jogos didáticos (MARATORI, 2003; LOPES *apud* PEREIRA, 2008) e as interações sociais (VYGOTSKY, 2007), com a finalidade explícita de contribuir para a análise de como tais interações são capazes de mediar a construção de conceitos numa visão sistêmica de maneira tal que os indivíduos sejam capazes de aplicar tais conhecimentos em diferentes contextos a partir de mini-casos disponibilizados entre os materiais do jogo.

Durante a aplicação do jogo, observaram-se desconstruções e reconstruções constantes quando os envolvidos, por diversas vezes, a partir das interações com os colegas, reafirmavam ou reelaboravam conceitos para concluir uma jogada. Tais desconstruções, talvez imperceptíveis até então aos sujeitos, nos apontam que as interações sociais estabelecidas entre os pares são fundamentais na elucidação de aspectos obscuros que de outra forma poderiam passar despercebidos configurando, desta maneira, a proposta como mediadora do processo de construção da aprendizagem.

Partimos do pressuposto de que as interações promovem, senão uma reconstrução, uma reelaboração dos conhecimentos prévios do indivíduo a partir de suas relações com outros e com o meio e esta pode vir a consolidar-se a partir de um processo, denominado por Vygotsky de internalização: “chamamos de internalização a reconstrução interna de uma operação externa” (VYGOTSKY, 2007). Ainda de acordo com o autor, a internalização passa por uma série de transformações e assim:

A) Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente. B) Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal. C) A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento.

Para Vygotsky, as modificações ocorridas continuam em processo por um longo período de tempo antes de internalizarem-se em definitivo. Segundo o autor, o desenvolvimento consiste num processo de aprendizagem do uso das ferramentas intelectuais por sujeitos mais experimentados no uso destas, sendo uma das ferramentas a linguagem (VYGOTSKY, 2006). Assim, o autor acredita que a interação social mais efetiva é aquela onde ocorre a resolução de um problema em conjunto e sob a orientação do participante mais apto em utilizar ferramentas intelectuais adequadas (VYGOTSKY, 2007).

Martins (1997) em seus estudos argumenta que a interação entre os membros mais experientes e os menos experientes auxilia a resolução de problemas variados uma vez que através da orientação os pares menos aptos começam a desempenhar suas atividades e, pouco a pouco, aprendem a resolvê-las de modo independente.

Diante das inúmeras discussões entre os sujeitos durante a sequência de atividades propostas e observando suas inquietações, apontamos para a positividade na interação entre os mais experientes e menos experientes, considerando-se aqui a formação, o tempo de atuação no ensino e a área de pesquisa dos sujeitos. A análise das conversações dos grupos durante o jogo, nos mostrou que estas são capazes de instigar, inquietar, estimular, complementar e levar os sujeitos a uma reflexão culminando, quase sempre, em esclarecimento de dúvidas e avanço da jogada, mesmo que tal jogada não estivesse correta. Podemos perceber a importância do diálogo como mediador do processo de construção a partir da observação do trecho de diálogo a seguir, mantido entre os membros do Grupo A:

P1: Na fase de síntese, o DNA é replicado. A gente já vai colocar ali. Aqui, ó.

P4: Ah, aqui! Replicação. Peraí. No próximo a gente bota. É. Aqui é gene. Aqui. Vê. É definido por uma sequência... É! É gene.

P1: Gente, vocês concordam que este é aqui?

P4: Concordamos.

P2: O quê?

P1: Aqui, ó. Na fase de síntese o DNA é replicado. Ó aqui. A replicação do DNA. (apontando para a imagem na pedra do dominó)

P4: Cadê o conector? Passa aí.

P4: O conector. Por favor. Isso aí é replicação. Olhe. Durante a replicação pode ter uma mutação que acontece no gene que pode alterar o fenótipo.

P2: Não. Fenótipo não. Fenótipo é meio ambiente. Genótipo.

P4: Não, mas o genótipo não pode alterar o fenótipo, não?

P1: Pode.

P4: Se altera o genótipo, altera o fenótipo.

P3: Você vai expressar, entendeu? Essa manifestação.

P4: A manifestação, por exemplo, numa criança, não é? É porque o fenótipo...

P2: Sim, sim, sim. É porque o fenótipo é mais uma característica externa.

P1: Mas não tá aqui a mutação.

P4: É não... Mas teve uma mutação no gene e alterou tipo... A mutação fez o olho dele ficar azul, o outro verde... Sei lá!

P1: É. Pode ser.

P2: Danou-se! Peraí. Isso aqui dá uma confusão de fenótipo – genótipo. Dá uma confusão danada.

P4: É porque aconteceu uma mutação, aí vem a característica... Câncer, Deus me livre!

P2: Porque fenótipo tem muito a ver com a característica ambiental. O genótipo dele pode ser de cor morena. Cor morena pode ser uma característica ambiental.

P4: É. Mas se o genótipo dele for albino, ele não vai ser albino? Se sofrer uma mutação?

P2: Vai, mas o fenótipo é uma expressão mais ambiental. O fenótipo tá mais ligado ao ambiente do que ao genótipo.

P1: Aqui, ó. É definido por uma sequência especial...

P2: O fenótipo tá mais ligado ao ambiente do que o genótipo. É!

P4: Não, não. O fenótipo é uma manifestação do genótipo com alterações do meio, mas é o genótipo manifestado.

P1: É. É isso mesmo.

P9: Pode ser.

P3: É gene aí. É!

P1: É definido por uma... É isso mesmo! Gene.

P2: É gene. É gene mesmo. É isso aí mesmo. É a gente de novo, é?

P1: Gene. Não. Eles estão terminando. A gente já vai botar aqui.

Percebemos que na discussão acima há uma dúvida na relação entre fenótipo e genótipo e nesta percebemos que os sujeitos referem-se ao fenótipo como uma característica essencialmente macro (P2), não considerando que uma célula poderá apresentar uma alteração em seu fenótipo se ocorrer uma mutação, por exemplo. A crença no fenótipo como característica macro promoveu impasse, dificultando a jogada e a associação de um conector, mas percebemos que as discussões e colocações entre os sujeitos (P1 e P4) levam o sujeito (P2) a uma pausa e então a não rejeição do “fenótipo como resultado da expressão do genótipo com ações do meio ambiente” e talvez até, a ressignificar seus conceitos, conseqüentemente a relação entre estes. Isso nos chama a atenção para o fato de que “entender efetivamente como o indivíduo constrói seu conhecimento, melhora suas noções, aprimora sua argumentação e como ele se aproxima do conhecimento aceito cientificamente é importante para o avanço das pesquisas e conseqüentemente do próprio ensino das ciências” Carvalho (1992 apud SÁ, 2007).

Para esclarecer a dúvida sobre fenótipo salientada pelas discussões entre os membros do grupo, buscamos em Griffiths e encontramos este definido como: (1) a forma adotada por alguma característica (ou grupo de características) em um indivíduo específico e (2) as manifestações externas de um genótipo (GRIFFITHS, 2008).

Mais adiante, uma nova discussão envolvendo fenótipo cria novo impasse, mas esta é rapidamente resolvida, o que nos leva a crer que as argumentações da discussão anterior

surtiram efeito positivo sobre os membros, uma vez que, neste segundo momento, a discussão foi breve. O diálogo pode ser acompanhado abaixo:

- P1: Põe fenótipo lá (apontando para a pedra do dominó). Fenótipo na menininha.
P5: Fenótipo pode? Interação com o meio... Pode?
P4: [...] Fenótipo, sim. É o alimento, que vai determinar se ela vai crescer tudinho?
P2: Peraí, menina. Não! Danou-se!
P1: Botou fenótipo?
P5: Exatamente. A gente acha também.
P4: Põe estresse que...
P2: Não. Não!
P3: Põe estresse que vai determinar se ela vai ficar uma velha chata.
P2: Danou-se! Não!
P3: Vai não.
P1: É gente!
P4: O estresse determina se ela vai ter câncer e não sei o quê mais. Todo mundo sabia que tem estudos dizendo que está tudo relacionado. Vocês são matutos! Nunca ouviram falar disso, não?
P1: Isso. Está certo, é verdade. Todas essas questões de ambiente influenciam.
P3: [...] Faltou o conector.
P5: Patógeno, radiação... Terminou? Patógeno. Mutação? Já botou?
P3: Não.
P5: Mutação. Estresse.

Considerando-se o conceito em Griffiths (2008), percebemos que há coerência na argumentação apresentada por P4. Chamamos a atenção para o fato de que a sua certeza diante do tema levou seus parceiros a repensarem, concluírem a jogada e avançarem no jogo. Entretanto, para isso foi necessário ao grupo interagir, lembrar e relacionar diversos conceitos.

Pozo (1994 *apud* COSTA & MOREIRA, 1997) nos esclarece que uma série de procedimentos e habilidades são comuns a todos os problemas e, para que possamos resolvê-los, alguns pontos são essenciais: prestar atenção, recordar, relacionar elementos e elencar uma ordem para que seja possível atingir o objetivo proposto. De acordo com o autor:

[...] ainda que o problema seja bem ou mal definido (entende-se por problema bem definido ou bem estruturado aquele no qual se pode identificar facilmente e alcançamos sua solução, enquanto que no mal definido ou mal estruturado o ponto de partida ou as normas que estabelecem os passos necessários para resolver a tarefa são muito menos claros e específicos) a solução do problema exige uma compreensão da tarefa, a concepção de um plano para executá-la, a execução propriamente dita e uma análise que nos permita determinar se alcançamos o nosso objetivo (COSTA & MOREIRA, 1997 p. 155).

Considerando as interações entre os pares como mediadora da formação de conceitos, apresentamos uma nova discussão, desta vez entre os membros do Grupo B, que chamou a atenção por se tratar de uma dúvida distinta da anteriormente descrita, mas que promove também ampla discussão entre os parceiros com consequente avanço na jogada.

- P8: À medida que o organismo envelhece sua atividade começa a diminuir.
P7: Mas isso é relativo, né? Porque depende da divisão celular, porque na sua pele, no seu intestino, essas divisões são constantes.
P8: É, mas na mesma velocidade, na mesma intensidade?
P6: Na mesma intensidade?
P7: Nesses locais? Eu acho que sim.
P8: Tem a questão do crescimento, tem a questão dos muitos reparos.
P7: Mas independente do crescimento, o nosso corpo tem áreas em que essas células são constantes, independente de você tá crescendo ou não. Depende das atividades delas.
P8: Mas tu não achas que durante a divisão celular ela vai...
P7: Eu acho que a atividade celular diminuiu né? Quando se fala em atividade celular.
P6: É. O ciclo celular.
P7: Porque mitose é uma etapa do ciclo, né?

P8: Eu acho que ela diminui.
P7: É isso que eu tô dizendo. Depende do lugar.
P8: Num contexto geral?
P7: É. A atividade celular, como um todo, diminui. Eu acho que não só a divisão, né?
P6: É. Porque eu acho que seria, celular também... Eu acho que diminui.
P8: Pois é. Eu acho que diminui.
P5: Por exemplo, na adolescência tem um hormônio que estimula o pirralha a crescer, né?
P8: Uma atividade maior, pois é.
P7: Mas só o fator de crescimento, né?
P5: Tá.
P8: Mas quando a gente vai fazer um balanço geral de tudo? Quando o cara tá lá quase
P7: A atividade celular diminuiu como tudo, como um todo...
P6: Mas só a mitose não. É isso que ela tá dizendo.
P8: A gente quer justificar desse jeito, se a atividade celular como um todo
P7: Não tem nenhuma outra aí que fale não? (se referindo a outra peça do dominó)
P6: Só tem o ciclo.
P8: É. Só tem o ciclo.
P6: E o ciclo celular não muda. Acontece do mesmo jeito, ou velho, ou novo.
P7: É.
P6: Agora, talvez a intensidade...
P8: Eu acho que diminuiu, quer dizer, num balanço geral.
P6: Mesmo que a renovação não conte?
P7: A renovação é constante... Vamos usar como exemplo o intestino, o epitélio intestinal. Ele é renovado a cada setenta e duas horas porque a sua parte intestinal é muito utilizada, né? Principalmente o intestino delgado. Ele é utilizado mesmo. Enquanto você, na sua vida, se alimentar.
P8: Aquilo tá se renovando, mas se você for olhar pra um organismo como um todo vai ter muitas partes que em a atividade celular...

O diálogo mantido pelos parceiros do grupo B relaciona-se com a justificativa colocada pela dupla (P6 e P8) para a pedra “à medida que o organismo envelhece sua atividade começa a diminuir” e, como a dupla não possuía uma outra pedra que justificasse melhor esta afirmação, sugerem a imagem que apresenta a mitose e tentam explicar, levando em consideração o organismo como um todo, que ao envelhecer a atividade celular vai diminuindo. Tal afirmação foi contestada por P7, que ao fazer suas colocações, deixou claro que “há regiões no organismo em que a atividade celular é essencial”, sendo, portanto, impossível que nessas regiões ocorra uma diminuição da atividade metabólica. Os sujeitos deste grupo terminam por chegar a um consenso. O trecho de diálogo a seguir é muito importante por ilustrar uma formatação cartesiana-linear, bem como o imediatismo causa-efeito favorecido pela pedra em questão. Sobre esta formatação, Mariotti (2007) comenta:

Na nossa cultura, existe um modo hegemônico de pensar que determina as práticas no dia-a-dia, tanto no plano individual quanto no social. Esse modelo é o pensamento linear-cartesiano, que, como se sabe, foi muito influenciado por um aspecto importante do pensamento de Aristóteles: a lógica do terceiro excluído. Essa lógica levou à ideia de que se B vem depois de A com alguma frequência, B é sempre o efeito e A é sempre a sua causa (causalidade simples). Na prática, essa posição gerou a crença errônea de que entre causas e efeitos existe sempre uma contiguidade ou uma proximidade muito estreita. Essa concepção é responsável pelo imediatismo, que dificulta e muitas vezes impede a compreensão de fenômenos complexos [...] (MARIOTTI, 2007; p. 727).

O autor ainda nos diz que:

Por esse modelo, A só pode ser igual a A. Tudo o que não se ajustar a essa dinâmica fica excluído. É a lógica do «ou/ou», que praticamente exclui a complementaridade e a diversidade. Desde os gregos, esse modelo mental vem servindo de base para os nossos sistemas educacionais e, conseqüentemente, para as nossas práticas cotidianas (Id.; p.728).

O argumento de P7 considera o universo micro, desconsiderando que o envelhecimento atinge todas as células e seus ciclos de vida. O mesmo exemplificou seu ponto de vista a partir do epitélio intestinal e sobre a necessidade de renovação constante das células em órgãos essenciais à sobrevivência. Sobre isso, Lopes (2007) nos aponta que:

A maioria das células pode se dividir se houver necessidade, mas não o faz com frequência, uma vez que pertencem a tecidos que pouco se renovam ou não substituem suas células, mas têm capacidade considerável para proliferação regenerativa em caso de lesão. São exemplos o fígado, os rins e as fibras musculares, ficando assim, o ciclo celular interrompido em G1 em um ponto específico chamado G0 até que haja a necessidade da continuidade do mesmo para concretizar a substituição celular (LOPES, 2007, p. 51).

E continua:

Em tecidos onde há renovação constante das células (célula lábil), não há interrupção nas etapas do ciclo. São exemplos as células epiteliais de revestimento do intestino, que se dividem mais de duas vezes ao dia para renovar o epitélio intestinal continuamente; algumas glândulas epiteliais (glândulas holócrinas onde toda a célula desintegra para lançar seu produto de secreção); a medula óssea e a linha germinativa masculina nos testículos, caracterizando um período G1 curto (LOPES, 2007, p. 51).

A segurança apresentada por P7 em sua colocação possivelmente motivou os sujeitos a refletirem sobre os fatos levantados e talvez os tenha levado, a reorganizarem o pensamento, explicitando melhor suas escolhas. O que em Vygotsky (2007) configura uma mediação de acordo com as propostas de Spiro (1988) ao tratar da TFC configura a aprendizagem de tópicos avançados. Por tópicos avançados compreende-se aqueles conceitos que necessitam de uma gama de outros conceitos, ditos básicos, formando desta maneira uma estrutura conceitual complexa e que o estudante precisa aprofundar para dominar o conceito, em nosso caso, expressão gênica. Considerando-se ainda as propostas de Vygotsky, salientamos que as funções psíquicas já dominadas pelos sujeitos configuram a ZDR (Zona de Desenvolvimento Real) e nesta se encontram as habilidades em que os sujeitos apresentam domínio.

Partindo deste princípio, voltamos às discussões apontando para o fato de que o ponto de vista (ZDR) apresentado pelo membro mais experiente do grupo suscitou a dúvida entre os demais participantes (lacunas de conceitos) em relação à pedra do domínio selecionada para a jogada em questão e ainda, se a mesma contemplava a respectiva associação. O membro mais experiente continuou a se colocar com a provável intenção de levar os parceiros a refletirem e questionarem até o ponto onde a argumentação apresentada seria pertinente à resolução do problema. A expectativa seria a de que, após citados os exemplos a pedra fosse revista e que se procurasse por outra, por não ter contemplado a afirmativa apresentada. O diálogo anteriormente descrito é um exemplo claro de um processo de mediação, ou seja, o membro mais experiente foi mediador, instigando os demais participantes a reestruturarem suas idéias em busca de uma solução mais adequada para o problema. As discussões continuam e um novo trecho pode ser a seguir acompanhado:

P7: Porque veja, os seus neurônios independentemente de você estar envelhecendo ou não, quando você atinge uma quantidade em número suficiente para trabalhar, ele não vai se reproduzir nunca mais, essa divisão celular não vai acontecer nunca mais e você não está envelhecendo e ela (referindo-se à divisão celular) parou, não diminuiu, ela cessou completamente. Ela passa eternamente o ciclo na fase G1, então, depois eles (referindo-se aos neurônios) vão morrendo. Essa divisão celular deixa de acontecer para sempre, independente de você ter vinte anos, trinta anos, quarenta anos. Atingiu a quantidade em número suficiente para sua atividade cerebral, ele (o neurônio) não se duplica mais.

P8: É, mas quando se faz um balanço disso aqui novamente (referindo-se à pedra do domínio), da pessoa aqui, sua função cerebral, da questão do investimento, se a gente for fazer esse balanço de novo, a atividade diminuiu.

P6: Pronto! Chegou com a mesma história de novo! (risos)

P7: Não, mas deixa, deixa (referindo-se à pedra do dominó). Bota agora o seu conector.

Percebemos que o impasse continuou e embora P7 afirme que a atividade celular não diminui em determinados órgãos, P8 continua a relacionar as afirmativas de P7 com uma diminuição da atividade da célula, levando em consideração o organismo como um todo. Este trecho de diálogo tem relação direta com a diferenciação celular e, portanto, devemos salientar que o genótipo de todas as células somáticas apresenta o mesmo potencial e que o processo de diferenciação celular é que vai determinar a função de cada célula no organismo (HARPER, 2006). Afirma ainda, que a parada em G1 pelo neurônio ao qual P7 se refere, ao atingir um determinado número de cópias, de um modo geral, é uma indicação de que a atividade celular diminuiu. Sendo assim, levantamos uma dupla possibilidade de reafirmação de conceitos, visto que nem P7 e nem P8 estão incorretos, já que a diminuição da proliferação é devida à redução da atividade celular por contextos diferentes e necessidades do organismo. Sobre esta redução, Lopes (2007) afirma que:

Quando as células estão proliferando, podem parar de crescer – uma hipótese é a privação de nutrientes, como os aminoácidos – mas continuam o ciclo até atingir a fase G1. É neste ponto do ciclo celular que permanecem em um estado de não crescimento denominado estado de repouso G0 (G zero), que é distinto de qualquer outro no ciclo onde as células estão em proliferação (LOPES, 2007, p.51).

Partindo desta colocação, consideramos que a redução da proliferação celular não quer dizer que a célula encerrou seu ciclo e, conseqüentemente, sua atividade, mas sim, que a mesma passou a sofrer controle químico, por exemplo, para que não prejudique o desempenho de outras células em determinado tecido ou órgão. Se levarmos em conta que a célula continua “exercendo as funções esperadas”, mas se encontra em repouso (G0), podemos apontar certamente para uma diminuição em sua atividade, sendo assim, tanto P7 como P8 apresentam-se coerentes em suas colocações sendo, portanto, indício de pensamento sistêmico, ou seja, por caminhos diferentes se chega ao mesmo fim numa confirmação de que um conceito é muito mais abrangente do que a princípio o percebemos.

As discussões nos apontaram a presença de lacunas conceituais entre os sujeitos, uma vez que suscitaram diversas dúvidas em relação à imagem (pedra do dominó) a ser utilizada na associação, mas também levaram o membro mais apto deste grupo a refletir sobre a redução da atividade celular em um contexto generalizado e embora o mesmo não concordasse com todos os ângulos apresentados devido às suas concepções, termina por aceitar, por imposição, a solução apresentada por sujeito P8, mas com ressalvas, pois não considerar a imagem adequada a solução da jogada. O diálogo mantido aponta novamente para as interações como instrumento mediador da elaboração de conceitos, pressuposto da TFC. Para reforçar esta importância, apresentamos abaixo um trecho onde os envolvidos percebem e indicam a “ajuda” dos parceiros para o desenvolvimento da atividade:

P3: [...] Ele enche de conector (referindo-se ao sujeito P5)... É porque está tudo relacionado, não é?

P5: (afirma positivamente com a cabeça).

P4: Está certo.

P1: [...] Qualquer alteração... Tem aqui: sua organização é dinâmica, pois se altera de acordo com a fase do ciclo celular... Sua organização é dinâmica...

P3: [...] É cromatina. Tem divisão celular aqui? Deixa-me ver.

P2: Tem. Isso aqui está parecendo ser divisão. Está parecendo. Sei não. Estou achando por causa disso aqui (apontando para a imagem da pedra do dominó).

P1: [...] Organização e dinâmica se alteram de acordo com a fase do ciclo e com o grau de atividades.

P2: Que danado é isso?

P4: [...] proteína. É proteína!

P3: Proteína, aqui... Cromossomo...

P4: Peraí. Não. DNA. É cromatina!

P3: Principal componente da cromatina e dos cromossomos...

P2: Sua organização é dinâmica e se altera de acordo com a fase do ciclo celular...

P5: Vejam se combina.

P1: Aqui, ó. Esse aqui é? É o principal componente da cromatina e dos cromossomos.

P2: Isso aqui é um cromossomo, não é isso? Peraí. Sua organização é dinâmica e se altera de acordo com a fase do ciclo celular.

P4: Eu acho que isso aí é cromatina. É a cromatina que a gente estava tentando colocar aí. É.

P2: Ela está naquele processo de divisão celular e com o grau... (e volta a ler a pedra) Sua organização é dinâmica, pois se altera de acordo com a fase do ciclo celular. Tem cromossomo aí?

P4: Não.

P5: Mas vocês podem usar um negócio desse aqui, né? Não pode? (referindo-se ao conector coringa).

P1: Mas tu vai usar isso pra quê?

P5: Pra escrever. A gente não pode usar isso a qualquer momento?

P1: Pode.

P4: Olha a cromatina...

P2: Acho que é cromatina. Material parcialmente condensado composto por uma associação entre DNA e proteína... Eu botaria esse aqui. Isso não vai se alterando de acordo com a fase do ciclo celular? É ou não?

P4: É. Cromatina.

P1: É. Isso mesmo.

P2: Olha, eu estou achando que é. Não sei não, viu? Isso aqui está parecendo mais sabe o quê?

P3: É porque é G1 e G2.

P4: De qualquer forma, isso é cromatina (e aponta para a descrição contida na pedra do dominó). Ali também fala (e aponta novamente).

P1: É. Coloca.

P2: Só que eu nunca vi imagem de divisão assim tão... Eu só estou achando por causa dessa aqui tão no meiosinho. Aqueles empareamentos (aponta para a imagem). Eu não tenho certeza não, viu? Mas está parecendo.

P4: Cadê o conector?

P3: Eu estava procurando para cromatina, mas não achei.

P5: Intérfase.

P2: Não, mas aqui não é aquela que tem aquele empareamento? Não é prófase, anáfase, metáfase, telófase? Não é o ciclo todo não? Porque aqui não tem aquela fase que eles ficam empareados todinhos, assim, que forma a placa equatorial? Isso não é na intérfase não.

P4: Ah, é!

P3: É não. Eu acho melhor nem colocar interfase. Era bom colocar...

P5: Então, não é o ciclo celular não.

P2: Não. Mas o ciclo celular não é mitose não.

P4: Mas a mitose faz parte do ciclo celular.

P2: Mitose faz parte, né? (fala dando ênfase à palavra faz)

P4: Então deixa aí. Que é que tem. Acho interessante. Bota DNA porque DNA junta tudo.

P5: DNA, mitose, meiose...

P2: Eu não botaria só a intérfase não, porque a intérfase é só...

P5: Não, bota mais.

P1: Aí a gente coloca que conector ali?

P2: Onde?

P1: Ali (e aponta para a pedra da associação anterior que ainda estava sem conector).

P4: É cromatina ali.

P2: A gente não está jogando em dupla não, a gente está jogando todo mundo junto (risos).

P1: Eu acho que a ideia é essa. É a gente jogar se ajudando.

P3: E não competindo. O negócio aqui é tão sério que se o outro não ajudar, tem uma hora em que me dá um sono e eu começo a fechar os olhos...

A discussão está relacionada com a pedra onde se lê: “sua organização é dinâmica, pois se altera de acordo com a fase do ciclo celular”. A princípio, a pedra é relacionada com o conceito “cromatina”, mas, assim que o sujeito P3 pergunta se há alguma imagem do ciclo celular, P2 seleciona uma pedra que apresenta diferentes proteínas e que, pela disposição das mesmas, leva-o a relacioná-las com o ciclo celular. Embora P4 afirme, a princípio, que a imagem é uma proteína, acaba voltando atrás e passa a relacioná-la também com o ciclo celular, uma vez que P2 esclarece as diferentes fases do mesmo na pedra selecionada para a

respectiva associação, chamando a atenção de todo o grupo. Por fim, todos juntos buscam conectores para finalizar a jogada.

Podemos apontar outra vez para as lacunas conceituais dos sujeitos percebidas através das dúvidas levantadas. Neste caso, as interações mediaram um consenso para que a jogada fosse concluída, porém e provavelmente devido as lacunas existentes, a associação foi incorreta. Salientamos ainda, que ao final das discussões, os sujeitos do grupo, devido talvez à sua experiência em ensino ou ao conhecimento sobre a aprendizagem de seus educandos, salientam a importância das ações em conjunto, uma vez que o alto nível de complexidade do jogo, salientado por P3, não possibilitaria a conquista do objetivo se não houvesse a contribuição de outros.

A afirmativa de que a interação é mediadora foi também abordada pelo Grupo B e podemos observar o fato no breve diálogo entre seus membros a seguir:

P8: A gente cometeu um erro aqui. A gente começou assim: separou as coisas e ficou só nas duplas, sem discussão e no final, quando as coisas não andavam mais, foi que a gente começou a interagir... Faltou mais interação. Talvez se a gente tivesse começado no início, com essa interação...

P7: É. Pode ser.

P8: [...] Se eu fosse jogar de novo, eu iria assim. Eu iria dar essa sugestão: que colocasse as pedras pra todo mundo interagir com todo mundo. Começar a interagir bem.

P6: [...] Eu acho que isso fragmenta (referindo-se ao fato de não terem interagido bem desde o início do jogo).

P7: Fica pior ainda a coisa (concordando com a questão de fragmentação por falta de interação).

Nas discussões anteriormente descritas, uma vez que os membros dos grupos apontaram a necessidade de interagir em conjunto, um processo com grande riqueza devido a mediação e consequente o alcance do objetivo, podemos inferir, então, que a interação entre os pares apresenta-se como facilitadora do entendimento e da resolução do problema. Assim, consideramos que as atividades em grupo, propostas por diversas vezes nas salas de aula, são essenciais ao desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, pois os leva a discussões, a interações entre aqueles mais ou menos aptos, favorecendo, através das diversas discussões, a construção, reconstrução ou reelaboração de conceitos, uma vez que a interação estará mediando a formação de conceitos em nossos estudantes.

A partir dos dados, três hipóteses foram levantadas em relação à atuação dos sujeitos participantes desta pesquisa. Para a primeira hipótese, esperava-se que os membros mais experientes (mais aptos) de cada grupo conduzissem situações, levantassem questões, problematisassem situações, enfim possibilitassem aos demais parceiros analisar e refletir sobre os fatos.

Na segunda hipótese, esperava-se que os demais membros dos grupos fossem capazes de refutar, debater e propor suas considerações e observações, levando o grupo a uma análise mais profunda do problema, uma vez que os mesmos também apresentam experiência com o ensino da Biologia e com a visão sistêmica ou complexa em diferentes graus de maturidade. Assim, as discussões seriam enriquecidas a ponto de levar até mesmo o membro mais apto a repensar suas colocações, buscando fundamentá-las de uma forma mais clara e precisa ou mesmo refletir e interiorizar, reformulando seus próprios conceitos.

A terceira hipótese se referia a própria atuação dos grupos. Para estes, esperava-se que, tanto o Grupo A quanto o B, contemplassem o objetivo do jogo, mesmo que por percursos distintos, partindo das interações estabelecidas entre os pares, uma vez que estas seriam capazes de mediar a mobilização de diversos conceitos, necessários ao avanço da partida, ou seja, esperava-se que o processo interpessoal fosse capaz de provocar situações que mobilizassem

uma transformação interior, um processo intrapessoal capaz de inquietar os sujeitos levando-os à resolução de problemas, relacionando fatos e assim, atingindo o objetivo proposto.

Considerações Finais

Após análise dos dados, percebemos que as três hipóteses foram contempladas: (a) as interações promoveram movimento, pensamento, reflexão, estabelecimento de relações (TFC); (b) a posição do par mais apto foi evidenciada de maneira natural; e (c) os demais membros se colocaram assumindo papel essencial ao debate (interação) capaz de mediar transformações como papel facilitador para a flexibilidade cognitiva necessária ao avanço do grupo e conseqüentemente finalização do jogo. Estas transformações foram observadas e apresentadas através dos diálogos descritos e o objetivo da pesquisa verdadeiramente contemplado.

Para finalizar, salientamos a importância da linguagem como ferramenta essencial ao processo de aprendizagem através do estabelecimento de diálogos e assim, recorremos outra vez Vygotsky quando o mesmo nos diz que “a linguagem é também ela condicionadora dos processos de ensino-aprendizagem e determinante por tal fato do próprio desenvolvimento humano” (VYGOTSKY, 2006).

Referências

CAMPOS, L. M. L.; BARTOLO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino da biologia**: uma proposta para favorecer a aprendizagem. UNESP – Instituto de Biociências, 2002. Disponível em: <[http://www.unesp.br/prograd/PDFNE 2002/aproducao dejogos.pdf](http://www.unesp.br/prograd/PDFNE%202002/aproducao%20dejogos.pdf)>

COSTA, S. S. C & MOREIRA, M. A. Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas. **Investigação em Ensino das Ciências**. V2(3), p. 153-154. 1997.

GRIFFITHS, A. *et al.* **Introdução à genética**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2008.

LEONTIEV, A.; LURIA, A. R.; VYGOTSKY, L. S. **Psicologia e Pedagogia**: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. Tradução de Rubens Frias. São Paulo: Centauro, 2009.

LOPES, F. M. B. **Ciclo celular**: estudando a formação de conceitos no ensino médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Recife, 2007.

MARATORI, P. B. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2003.

MARIOTTI, H. Complexidade e Pensamento Complexo: breve introdução e desafios actuais. **Rev Port Clin Geral** 2007; (V) 23; p. 727 a 731.

MARTINS, J. C. **Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula**: reconhecer e desvendar o mundo. Série Idéias n. 28. São Paulo: FDE, 1997; p. 111-112. Disponível em: <www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_28_p111-122_c.pdf>

PEREIRA, A. F. **Diagnóstico inicial das dificuldades de articulação e sobreposição de conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recife, 2008.

SÁ, R. G. B. **Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Recife, 2007.

SPIRO, R. *et al.* Knowledge acquisition for application: cognitive flexibility and transfer in complex content domains. In B.C. Britton e S. M. Glynn (eds.). **Executive control in processes in reading**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1988; p. 177-199.

TONETTO COSTAS, F. A.; SOARES FERREIRA, L. Sentido, significado e mediação em Vygotsky: implicações para a constituição do processo de leitura. **Revista Ibero-Americana de Educação**. N.º 55 (2011), p. 205-223.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem em Lev Vygotsky e Jean Piaget**. Abril, 2006. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/silva-jose-manuel-pensamento-linguagem.pdf>>